

PCT/EP 00/04264

BUNDE~~E~~REPUBLIK DEUTSCHLAND #2

EP00/4264



REC'D 01 AUG 2000  
WIPO PCT

01 AUG 2000

E3U

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 199 22 125.1

**Anmeldestag:** 12. Mai 1999

**Anmelder/Inhaber:** BÖWE SYSTEC AG, Augsburg/DE

**Bezeichnung:** Vorrichtung zum Bestimmen der Dicke oder Blattzahl eines bewegten blattartigen Objekts

**IPC:** G 01 B 17/02

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Anmeldung.**

München, den 5. Juli 2000  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Nietiedt

— SCHOPPE & ZIMMERMANN —

PATENTANWÄLTE

European Patent Attorneys  
European Trademark Attorneys

Fritz Schoppe, Dipl.-Ing.  
Tankred Zimmermann, Dipl.-Ing.

Schoppe & Zimmermann · Postfach 710867 · 81458 München

**BÖWE SYSTEC AG**  
**Werner-von-Siemens-Str. 1**  
**D-86159 Augsburg**

Telefon/Telephone 089/790445-0  
Telefax/Facsimile 089/790 22 15  
Telefax/Facsimile 089/74996977  
e-mail 101345.3117@CompuServe.com

---

**Vorrichtung zum Bestimmen der Dicke oder Blattzahl eines  
bewegten blattartigen Objekts**

---

**Vorrichtung zum Bestimmen der Dicke oder Blattzahl eines bewegten blattartigen Objekts**

**Beschreibung**

Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf eine Vorrichtung zum Bestimmen der Dicke oder Blattzahl eines bewegten blattartigen Objekts und insbesondere auf eine Vorrichtung zum Bestimmen der Blattzahl in einem Papierstapel.

Herkömmliche Vorrichtungen zum Bestimmen der Dicke oder Blattzahl eines blattartigen Objekts beruhen im wesentlichen auf zwei verschiedenen Verfahren.

Einerseits arbeiten einige Vorrichtungen auf mechanischer Basis. Mit Hilfe eines Hebels, welcher einen Mikroschalter betätigt, wird die Kante des Objekts, z. B. eines Blattstapels, abgetastet. Dieses Verfahren besitzt zwar einen einfachen Aufbau, ist aber unzuverlässig und für bewegte Objekte weniger geeignet.

Optoelektronische Verfahren, wie z. B. die Durchlichtkontrolle, bei der das Objekt, z. B. Papier, durch eine Lichtschranke läuft, sind hingegen einfacher auszuwerten. Sie sind allerdings fehleranfällig, da sich für verschiedene Objekte, wie z. B. verschiedene Papiersorten oder Druckbilder, die Lichtdurchlässigkeit ändert und zu Fehlinterpretationen des optischen Signals führt.

Beide obigen Verfahren zum Bestimmen der Dicke oder der Blattzahl eines bewegten blattartigen Objekts, z. B. eines Papierstapels, besitzen also zum Teil erhebliche Nachteile bezüglich der Handhabung, Genauigkeit und Zuverlässigkeit vor allem bei bewegten blattartigen Objekten.

Weitere Verfahren, wie z. B. die Abstandsmessung durch in-

duktive und kapazitive Sensoren, führen ebenfalls nicht zu einer genauen und zuverlässigen Messung der Dicke eines blattartigen Objekts und sind ebenfalls für die Messung der Dicke von vor allem bewegten blattartigen Objekten weniger geeignet.

Die DE 3934623 A1 beschreibt eine Vorrichtung zum Falzen von Falzproben, z. B. von Papier-Falzproben, mit einstellbarem Falzdruck, insbesondere zum gleichzeitigen Messen der Dicke und der Zusammendrückbarkeit der Falzproben. Die Dicke von Papier-Falzproben kann dabei über den Falzdruck bestimmt werden.

Die DE 3612914 A1 offenbart eine Vorrichtung zum Messen der Dicke von Papier oder dergleichen, bei der sich das Papier auf einer Unterlage abstützt und ein auf die Lage der Oberfläche des Papiers ansprechender, beweglich gelagerter Fühler vorgesehen ist, der durch ein Luftkissen getragen wird und dessen Lage und damit die Dicke des Papiers durch eine Messvorrichtung erfaßt werden kann.

Die DE 3922992 C2 offenbart eine Einrichtung zum Erkennen sowohl der Dicke als auch der Kanten von Aufzeichnungsträgern in Verarbeitungsgeräten, insbesondere in Druckern, bei denen die Aufzeichnungsträger auf einer Unterlage weitestgehend spaltfrei aufliegen und mittels eines einen Hub messenden und eine Relativbewegung zum Aufzeichnungsträger durchführenden Fühlelements abtastbar sind, wobei gemessene Hubunterschiede in elektrische Signale umgesetzt werden, die die Dicke der Aufzeichnungsträger darstellen.

Die EP 0635696 B1 beschreibt eine Vorrichtung zum elektronischen Messen der Dicke von dünnen Bahnen oder Bögen, insbesondere von Folien oder Papierbögen, bestehend aus einer ortsfesten Auflagefläche und einem im wesentlichen senkrecht zu dieser Auflagefläche ortsfest angeordneten Tastsensor, der ein relativ zur Auflagefläche bewegliches ferromagneti-

sches Tastorgan aufweist, das in Abhängigkeit von seiner Stellung relativ zu der Auflagefläche das Signal eines als Sensorspule ausgebildeten induktiven Meßwertgebers beeinflußt und damit die Dicke der Bahnen oder der Bögen angibt.

Die DE 19537340 A1 beschreibt eine Seitensorvorrichtung zum Erzeugen eines Signals bezüglich einer Dicke eines Papierblatts, die eine Basisplatte und eine Fußplatte aufweist, die in entgegengesetzter Beziehung angeordnet sind. Die Basis- und die Fußplatte sind derart angeordnet, daß das Papier zwischen diesen durchlaufen kann, so daß die Basis- und die Fußplatte einen Abstand zueinander aufweisen, der im wesentlichen gleich der Dicke des Papierblatts ist. Eine Kapazitätserfassungseinrichtung, die mit der Basisplatte und der Fußplatte verbunden ist, erfaßt Änderungen der elektrischen Kapazität der Basis- und der Fußplatte und erzeugt ein Ausgangssignal, das auf die Plattenbeabstandung und somit auf die Papierdicke bezogen ist.

Die EP 0442727 A2 offenbart eine Papierdickenerfassungsvorrichtung, die eine Elektrodenerfassungseinheit, die durch eine Masseelektrode und eine gegenüberliegende Erfassungselektrode gebildet ist, die in einer oberen und einer unteren Position eines Papierlaufwegs angeordnet sind, einen Schwingkreis zum Erzeugen eines Schwingfrequenzsignals, eine Resonanzschaltung zum Verschieben eines Resonanzpunktes ansprechend auf eine Änderung der elektrostatischen Kapazität, die einer Änderung der Papierdicke entspricht, die durch die Elektrodenerfassungseinheit erfaßt wird, und eine Erfassungsschaltung zum Erfassen eines Ausgangssignals der Resonanzschaltung aufweist, um die Dicke des Papiers zu bestimmen.

Die US 5,012,248 beschreibt eine Vorrichtung zum Bestimmen der Dicke von radarabsorbierenden Materialbeschichtungen. Die Vorrichtung weist eine Strahlungselementanordnung zum Senden von HF-Energie zu und zum Wiedergewinnen von reflek-

tierter HF-Energie von der Beschichtung auf. Eine Quelle eines frequenzmodulierten HF-Signals weist eine FM-Sägezahnge-neratoranordnung, eine Pufferverstärkeranordnung und einen Gunn-Oszillat or auf. Ein Ferritzirkulator richtet das modu-lierte HF-Signal zu der Strahlungselementanordnung und die reflektierte HF-Energie zu einer Detektoranordnung. Die De-tektoranordnung umfaßt einen Schottky-Detektor, eine Video-verstärkeranordnung, eine Wandler/Treiber-Anordnung und eine digitale Anzeige, und dieselbe ist angepaßt, um die reflek-tierte HF-Energie von der Beschichtung zu erfassen, und um eine visuelle Anzeige in der Form einer Spannung zu liefern, die umgekehrt proportional zu der Menge der reflektierten HF-Energie und ein Maß für die Dicke der radarabsorbierenden Materialbeschichtung ist.

Die US 4,161,731 offenbart einen FM-Radar für die Messung einer Kohleschichtdicke, bei dem ein FM-Sender durch die Kombination von zwei Signalen moduliert ist, und eine Antenne des Horn-Typs verwendet wird, die mit einem Material gefüllt ist, das eine dielektrische Konstante aufweist, die etwa der dielektrischen Konstante von Kohle entspricht, wo-bei die Antenne bündig zu der Kohle positioniert ist.

Die US 5,145,560 offenbart ein Verfahren und eine Vorrich-tung zum Erfassen der Flüssigkeitsstromgeschwindigkeit bei einer Papierherstellungsmaschine. Diese Flüssigkeitsstrom-geschwindigkeit wird durch Mikrowellen-Doppler-Effekt-Ge-schwindigkeitssensoren erfaßt. Die Geschwindigkeitssensoren umfassen eine Einrichtung zum Richten des Mikrowellensignals hin zu einer ersten Position des Flüssigkeitsstroms und zum Empfangen des reflektierten Mikrowellensignals von dem Flüssigkeitsstrom, wobei die Geschwindigkeitssensoren ferner einer Einrichtung zum Erzeugen eines Sensorausgangssignals aufweisen, das bezüglich der Frequenz gemäß der Geschwindig-keit bei der ersten Position des Flüssigkeitsstroms gemäß dem Doppler-Effekt verschoben ist.

Ein Nachteil der herkömmlichen Vorrichtungen zum Bestimmen der Dicke und der Blattzahl eines blattartigen Objekts besteht darin, daß mit denselben keine genaue und zuverlässige Erfassung der Dicke und insbesondere der Blattzahl eines bewegten blattartigen Objekts, wie z. B. eines Papierstapels, möglich ist.

Ein weiterer Nachteil der herkömmlichen Vorrichtungen besteht darin, daß keine berührungsreie und gleichzeitig genaue Erfassung der Dicke bzw. der Blattzahl möglich ist.

Ein weiterer Nachteil der herkömmlichen Vorrichtungen besteht darin, daß vor allem die Bestimmung der Dicke oder der Blattzahl von bewegten Objekten, bei denen z. B. die einzelnen Blätter einen lockeren Blattstapel bilden, und die auf beliebigen Führungs wegen mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten bewegt werden, nicht genau und zuverlässig möglich ist.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Vorrichtung zum Bestimmen der Dicke oder Blattzahl eines bewegten blattartigen Objekts zu schaffen, die eine genaue, zuverlässige und berührungsreie Bestimmung der Dicke oder der Blattzahl eines bewegten blattartigen Objekts ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung zum Bestimmen der Dicke oder Blattzahl eines bewegten blattartigen Objekts gemäß Anspruch 1 gelöst.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß die Bewegung eines blattartigen Objekts abhängig von der Geschwindigkeit und der Dicke bzw. der Blattzahl desselben, einen unterschiedlichen Einfluß, hier u. a. über den Doppler-Effekt, auf die Charakteristik des reflektierten Teils einer auf das bewegte blattartige Objekt gerichteten Strahlung, wie z. B. einer Mikrowellenstrahlung, besitzt, und damit ei-

ne Bestimmung der Dicke des bewegten blattartigen Objekts bzw. der Blattzahl anhand vorbestimmter Zusammenhänge zwischen den Strahlungscharakteristika und der Dicke des Objekts bzw. der Blattzahl möglich wird.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine Vorrichtung zum Bestimmen der Dicke oder Blattzahl eines bewegten blattartigen Objekts gemäß einem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 2 eine Vorrichtung zum Bestimmen der Dicke oder Blattzahl eines bewegten blattartigen Objekts gemäß einem zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 3 eine Vorrichtung zum Bestimmen der Dicke oder Blattzahl eines bewegten blattartigen Objekts gemäß einem dritten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 4 eine Vorrichtung zum Bestimmen der Dicke oder Blattzahl eines bewegten blattartigen Objekts gemäß einem vierten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung; und
- Fig. 5 eine Vorrichtung zum Bestimmen der Dicke oder Blattzahl eines bewegten blattartigen Objekts gemäß einem fünften bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Ein erstes bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist im folgenden unter Bezugnahme auf Fig. 1 beschrieben. Eine Vorrichtung zum Bestimmen der Dicke oder

Blattzahl eines bewegten blattartigen Objekts 100 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfaßt eine Sende- und Empfangsvorrichtung 102, wie z. B. einen Mikrowellensensor, der eine Hohlleiterantenne 118 aufweist, oder einen Ultraschallsensor oder allgemein einen elektromagnetischen Sensor oder einen Schallsensor. Die Sende- und Empfangsvorrichtung 102 sendet eine Strahlung zu dem bewegten Objekt 100, wie z. B. einem Papier oder einem Papierstapel, und empfängt eine reflektierte Strahlung, die mindestens den von dem bewegten blattartigen Objekt 100 reflektierten Teil der zu dem Objekt gesendeten Strahlung aufweist. Die Sende- und Empfangsvorrichtung 102 erzeugt ferner ansprechend auf das Empfangen der reflektierten Strahlung ein Signal, daß diese reflektierte Strahlung darstellt. Die Vorrichtung zum Bestimmen der Dicke oder Blattzahl eines bewegten blattartigen Objekts 100 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfaßt weiterhin eine Auswertungseinrichtung 104, mit der die Dicke des bewegten Objekts aufgrund von vorher bestimmten Zusammenhängen zwischen Signalcharakteristika und der Dicke des bewegten Objekts 100 bestimmt wird.

Die von der Sende- und Empfangsvorrichtung 102 ausgestrahlte Strahlung wird von dem bewegten Objekt 100, z. B. von Papierblättern, gestreut, und wird zu der Sende- und Empfangsvorrichtung 102 zurückreflektiert. Die reflektierte Strahlung besitzt bezüglich der gesendeten Strahlung eine aufgrund des Doppler-Effekts verschobene Frequenz. Abhängig von der Objektart, z. B. der Papierart und der Papierdicke, aber auch der Lage und der Geschwindigkeit des bewegten Objekts, erhält man einen Signalverlauf, der im Zeit- und Frequenz-Bereich charakteristisch für die Papierdicke oder die Blattzahl des gleichzeitig übereinander zugeführten Papiers ist. Die Signale können beispielsweise in der Auswertungseinrichtung 104 digitalisiert werden, einer Recheneinheit zugeführt werden und dort mit mathematischen Hilfsmitteln analysiert werden.

Bei dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfaßt die Auswertungseinrichtung 104 eine erste Speichereinrichtung 106 zum Speichern von einem oder mehreren vorher bestimmten zeitlichen Verläufen, die jeweils einer bestimmten Dicke des bewegten Objekts 100 zugeordnet sind. Die vorher bestimmten zeitlichen Verläufe können beispielsweise versuchsmäßig durch die Messung der reflektierten Strahlung eines bewegten Objekts 100 mit unterschiedlicher Dicke oder Blattzahl, aber z. B. auch mit unterschiedlicher Geschwindigkeit, Lage etc., bestimmt werden. Diese charakteristischen zeitlichen Verläufe werden dann in der ersten Speichereinrichtung 106, z. B. einem RAM, einer Festplatte oder einem anderen Speichermedium, abgelegt, um bei einer praktischen Anwendung später einen Vergleich mit tatsächlich gemessenen Signalverläufen zu ermöglichen und darüber die Dicke des Objekts 100 zu bestimmen.

Bei dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfaßt die Auswertungseinrichtung 104 ferner eine erste Vergleichseinrichtung 108 zum Vergleichen des zeitlichen Verlaufs des die reflektierte Strahlung darstellenden Signals mit den gespeicherten vorher bestimmten zeitlichen Verläufen und zum Bestimmen der Dicke des bewegten Objekts 100 aufgrund der Vergleiche. Diese Vergleichseinrichtung 108 kann beispielsweise die vorher bestimmten charakteristischen zeitlichen Verläufe, die einer bestimmten Dicke des bewegten Objekts zugeordnet sind, aus der ersten Speichereinrichtung 106 aufrufen, um dieselben mit den tatsächlich gemessenen zeitlichen Verläufen des die reflektierte Strahlung darstellenden Signals zu vergleichen. Damit wird eine Dickenbestimmung über das zeitliche Signal ermöglicht. Die erste Vergleichseinrichtung 108 kann beispielsweise eine Fuzzy-Logik, jede andere statistische Logik, eine Einrichtung, die Integralwertvergleiche von Integralen der Signale, Signalverlaufsvergleiche etc. durchführt, sein. Die erste Vergleichseinrichtung 108 kann dabei sowohl in Hardware als

auch in Software mit einer beliebigen Genauigkeit des Vergleichs, z. B. Anzahl der binären Stellen, implementiert sein.

Ein zweites bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist im folgenden unter Bezugnahme auf Fig. 2 beschrieben. Bei dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfaßt eine Auswertungseinrichtung 204 eine Transformationseinrichtung 210 zum Transformieren des zeitlichen Verlaufs des die reflektierte Strahlung darstellenden Signals in den Frequenzbereich, um ein Frequenzspektrum der durch eine Sende- und Empfangsvorrichtung 202 empfangenen reflektierten Strahlung zu erzeugen. Dabei kann beispielsweise der zeitliche Verlauf in einen Speicher gelesen werden, aus dem Speicher aufgerufen werden, und derselbe kann mittels der Transformationseinrichtung 210, wie z. B. einer Einrichtung zum Durchführen einer Fourier-Transformation, in den Frequenzbereich transformiert werden, um ein Frequenzspektrum zu erhalten. Dieses Frequenzspektrum kann wiederum in einem Speicher abgelegt werden, um einen späteren Vergleich durchzuführen. Das Frequenzspektrum kann aber auch direkt aus dem zeitlichen Verlauf bestimmt und dann weiter verarbeitet oder gespeichert werden.

Bei dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung weist die Auswertungseinrichtung 204 ferner eine zweite Speichereinrichtung 206, z. B. einen RAM, eine Festplatte oder ein anderes Speichermedium, zum Speichern von einem oder mehreren vorher bestimmten Frequenzspektren auf, die jeweils einer bestimmten Dicke eines bewegten Objekts 200 zugeordnet sind. Diese vorher bestimmten Frequenzspektren werden beispielsweise durch Versuche bestimmt, bei denen die zeitlichen Signale für Objekte verschiedener Dicke, z. B. von Blattstapeln mit unterschiedlicher Blattzahl, aber auch mit unterschiedlicher Geschwindigkeit, Lage etc., bestimmt und in den Frequenzbereich transformiert werden. Diese Frequenzspektren sind dann einer bestimmten Dicke bzw. Blatt-

zahl eines bewegten Objekts 200 mit einer bestimmten Geschwindigkeit, einer bestimmten Lage etc. zugeordnet bzw. charakteristisch dafür.

Bei dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfaßt die Auswertungseinrichtung 204 ferner eine zweite Vergleichseinrichtung 208 zum Vergleichen des Frequenzspektrums der reflektierten Strahlung mit den gespeicherten vorher bestimmten Frequenzspektren und zum Bestimmen der Dicke des bewegten Objekts 200 aufgrund der Vergleiche. Dabei werden die vorher gespeicherten Frequenzspektren, die jeweils einer bestimmten Dicke des Objekts 200 entsprechen, mit den Frequenzspektren von tatsächlich durch die Sendeeinrichtung und Empfangsvorrichtung 202 gemessenen Signalen, die der reflektierten Strahlung entsprechen, verglichen, um die Dicke des Objekts 200 zu bestimmen. Die zweite Vergleichseinrichtung 208 kann beispielsweise eine Fuzzy-Logik, jede andere statistische Logik, eine Einrichtung, die Integralwertvergleiche von Integralen der Spektren, Spektrenverlaufsvergleiche etc. durchführt, sein. Die zweite Vergleichseinrichtung 208 kann dabei sowohl in Hardware als auch in Software mit einer beliebigen Genauigkeit des Vergleichs, z. B. Anzahl der binären Stellen, implementiert sein.

Ein drittes bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist im folgenden unter Bezugnahme auf Fig. 3 beschrieben. Bei dem dritten Ausführungsbeispiel umfaßt eine Auswertungseinrichtung 304 zusätzlich zu einer Transformationseinrichtung 310, die identisch zu der bereits beschriebenen Transformationseinrichtung 210 des zweiten Ausführungsbeispiels von Fig. 2 ist, eine dritte Speichereinrichtung 306 zum Speichern von einem oder mehreren vorher bestimmten Flächenwerten, die jeweils einer bestimmten Dicke eines bewegten Objekts 300 zugeordnet sind, und eine Flächenbestimmungseinrichtung 312 zum Bestimmen der Fläche des von der Transformationseinrichtung 310 gelieferten Spektrums im Bereich einer bestimmten Frequenz, wie z. B.

der Doppler-Frequenz, der reflektierten Strahlung.

Bei der Bewegung des bewegten Objekts 300 wird der von dem bewegten Objekt 300 reflektierte Teil der Strahlung bezüglich seiner Frequenz zu der Frequenz der gesendeten Strahlung durch den Doppler-Effekt verschoben. Die Frequenztransformation des der reflektierten Strahlung entsprechenden zeitlichen Verlaufs oder Signals besitzt einen Spitzenwert im Bereich derjenigen Frequenz, die sich durch die Doppler-Verschiebung der Sendefrequenz des Signals ergibt. Um diese Frequenzkomponente herum kann nun eine Integration bzw. eine Flächenbestimmung durch die Flächenbestimmungseinrichtung 312 durchgeführt werden, da die Fläche bei der Transformierten, z. B. der Fourier-Transformierten, der Dopplerfrequenz ein Maß für die Stärke der Reflexion und somit für die Frage ist, ob zum Beispiel bei einem blattartigen eingezogenen oder ausgegebenen Objekt eines Druckers, Kopierers oder Faxgeräts etc., nur ein Blatt oder mehrere Blätter eingezogen oder ausgegeben wurden. Die Flächenwerte können für verschiedenen Konfigurationen des Objekts, insbesondere abhängig von der Dicke, aber zusätzlich auch abhängig von der Geschwindigkeit, Lage, Führung des Objekts in einer Vorrichtung etc., versuchsmäßig bestimmt werden und in einem Speicher, z. B. tabellenförmig, abgelegt werden, um später die Dicke eines bewegten Objekts 300, das mit einer bestimmten Geschwindigkeit bewegt wird etc., direkt durch Vergleiche der tatsächlichen Flächenwerte, die durch die Flächenbestimmungseinrichtung 312 ausgegeben werden, mit den gespeicherten charakteristischen Flächenwerten bestimmen zu können.

Bei dem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfin-dung umfaßt die Auswertungseinrichtung 304 ferner eine dritte Vergleichseinrichtung 308, um die durch die Flächen-bestimmungseinrichtung 312 bestimmte Fläche mit den ge-speicherten vorher bestimmten Flächenwerten zu vergleichen, und um die Dicke des bewegten Objekts 300 aufgrund der Ver-gleiche zu bestimmen. Die dritte Vergleichseinrichtung 306

kann beispielsweise eine Fuzzy-Logik oder jede andere statistische Logik etc. sein und kann sowohl in Hardware als auch in Software mit einer beliebigen Genauigkeit des Vergleichs, z. B. Anzahl der binären Stellen, implementiert sein.

Ein vierter bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist im folgenden unter Bezugnahme auf Fig. 4 beschrieben. Die Vorrichtung zum Bestimmen der Dicke oder Blattzahl eines bewegten blattartigen Objekts 400 gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel umfaßt eine Sende- und Empfangsvorrichtung 402 und eine Auswertungseinrichtung 404, die, wie bei dem dritten Ausführungsbeispiel, eine Transformationseinrichtung 410 und eine Flächenbestimmungseinrichtung 412 umfaßt, und zusätzlich eine erste, zweite und/oder dritte Speichereinrichtung 406a, 406b bzw. 406c, eine erste zweite und/oder dritte Vergleichseinrichtung 408a, 408b bzw. 408c und optional eine vierte Vergleichseinrichtung 414 umfaßt. Die erste, zweite und dritte Speichereinrichtung 406a, 406b und 406c, entsprechen der ersten, zweiten bzw. dritten Speichereinrichtung 106, 206, 306 des ersten, zweiten und dritten Ausführungsbeispiels der Fig. 1, 2 und 3, und die erste zweite und dritte Vergleichseinrichtung 408a, 408b und 408c entsprechen der ersten, zweiten bzw. dritten Vergleichseinrichtung 108, 208, 308 des ersten, zweiten und dritten Ausführungsbeispiels der Fig. 1, 2 und 3.

Die erste zweite und dritte Vergleichseinrichtung 408a, 408b und/oder 408c können mit der Vergleichseinrichtung 414, z. B. einer Fuzzy-Logik, gekoppelt sein, um die Übereinstimmung der durch die erste, zweite und/oder dritte Vergleichseinrichtung 408a, 408b, 408c bestimmten Dicken zu prüfen, und um eine wahrscheinlichste Dicke des bewegten Objekts 400 zu bestimmen. Dies ermöglicht eine noch sicherere Bestimmung der Dicke des bewegten Objekts 400, z. B. der Anzahl von Blättern eines Papierstapels.

Die Ausgaben 120, 220, 320, 420a, 420b, 420c, 422 der Vergleichseinrichtungen 108, 208, 308, 408a, 408b, 408c, 414 des ersten, zweiten, dritten und vierten Ausführungsbeispiels können beispielsweise binäre Signale einer bestimmten Bitbreite sein, die die Dicke oder Blattzahl des bewegten blattartigen Objekts codieren bzw. eine Information darüber geben welche wahrscheinlichste Dicke oder Blattzahl das bewegte Objekt, z. B. ein Blattstapel, der aus Blättern besteht, besitzt.

Bei einem fünften bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfaßt die Vorrichtung zum Bestimmen der Dicke oder Blattzahl eines bewegten blattartigen Objekts 500 ferner einen Reflektor 516, der bezüglich einer Sende- und Empfangsvorrichtung 502 hinter dem bewegten Objekt 500 angeordnet ist und der die durch das bewegte Objekt 500 transmittierte Strahlung zu dem bewegten Objekt 500 und zu der Sende- und Empfangsvorrichtung 502 reflektiert. Dieser Reflektor 516 bewirkt, daß die zu der Sende- und Empfangsvorrichtung 502 reflektierte Strahlung zusätzlich zu der von dem bewegten Objekt 500 reflektierten Strahlung die von dem Reflektor 516 reflektierte Strahlung aufweist. Dadurch ergibt sich ein Mischsignal, das ähnlich wie im Vorhergehenden durch eine Auswertungseinrichtung 504 verarbeitet und analysiert werden kann, um die Dicke des bewegten Objekts 500 zu bestimmen.

Die Vorrichtung zum Bestimmen der Dicke oder Blattzahl eines bewegten blattartigen Objekts gemäß der vorliegenden Erfindung ermöglicht die erleichterte Handhabung ohne Bedienelemente. Eine Softwareanalyse der charakteristischen Signale, Spektren, Flächen erlaubt z. B. eine beliebig hohe Genauigkeit, wodurch auch die Zuverlässigkeit in hohem Maße ansteigt. Die Vorrichtung der vorliegenden Erfindung ermöglicht ferner eine einfache Bauweise, eine verbesserte Auswertungsmöglichkeit, beruht auf einem berührungslosen Verfahren und ist flexibel auf verschiedene Konfigurationen, z.

B. bei der Papierherstellung, Papierverarbeitung, und Papierhandhabung, anwendbar. Sie kann z. B. bei der Verwendung einer Mikrowellenstrahlung bei allen blattartigen Objekten angewendet werden, deren Stärke zwischen 1/10 mm und einigen Millimetern liegt.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Bestimmen der Dicke oder Blattzahl eines bewegten blattartigen Objekts (100; 200; 300; 400; 500), die folgende Merkmale aufweist:

eine Sende- und Empfangsvorrichtung (102; 202; 302; 402; 502) zum Senden einer Strahlung zu dem bewegten Objekt (100; 200; 300; 400; 500), zum Empfangen einer reflektierten Strahlung, die mindestens den von dem bewegten Objekt (100; 200; 300; 400; 500) reflektierten Teil der zu dem Objekt (100; 200; 300; 400; 500) gesendeten Strahlung aufweist, und zum Erzeugen eines die reflektierte Strahlung darstellenden Signals; und

eine Auswertungseinrichtung (104; 204; 304; 404; 504) zum Bestimmen der Dicke des bewegten Objekts (100; 200; 300; 400; 500) aufgrund von vorher bestimmten Zusammenhängen zwischen Signalcharakteristika und der Dicke des bewegten Objekts (100; 200; 300; 400; 500).

2. Vorrichtung zum Bestimmen der Dicke oder Blattzahl eines bewegten blattartigen Objekts (100; 400) gemäß Anspruch 1, bei der die Auswertungseinrichtung (104; 404) ferner folgende Merkmale aufweist:

eine erste Speichereinrichtung (106; 406a) zum Speichern von einem oder mehreren vorher bestimmten zeitlichen Verläufen, die jeweils einer bestimmten Dicke des bewegten Objekts (100; 400) zugeordnet sind; und

eine erste Vergleichseinrichtung (108; 408a) zum Vergleichen des zeitlichen Verlaufs des die reflektierte Strahlung darstellenden Signals mit den gespeicherten vorher bestimmten zeitlichen Verläufen und zum Bestimmen der Dicke des bewegten Objekts (100; 400) aufgrund der Vergleiche.

3. Vorrichtung zum Bestimmen der Dicke oder Blattzahl eines bewegten blattartigen Objekts (200; 300; 400) gemäß Anspruch 1 oder 2, bei der die Auswertungseinrichtung (204; 304; 404) ferner folgendes Merkmal aufweist:

eine Transformationseinrichtung (210; 310; 410) zum Transformieren des zeitlichen Verlaufs des die reflektierte Strahlung darstellenden Signals in den Frequenzbereich, um ein Frequenzspektrum der reflektierten Strahlung zu erzeugen.

4. Vorrichtung zum Bestimmen der Dicke oder Blattzahl eines bewegten blattartigen Objekts (200; 300; 400) gemäß Anspruch 3, bei der die Transformationseinrichtung (210; 310; 410) eine Fouriertransformation durchführt.

5. Vorrichtung zum Bestimmen der Dicke oder Blattzahl eines bewegten blattartigen Objekts (200; 400) gemäß Anspruch 3 oder 4, bei der die Auswertungseinrichtung (204; 404) ferner folgendes Merkmal aufweist:

eine zweite Speichereinrichtung (206; 406b) zum Speichern von einem oder mehreren vorher bestimmten Frequenzspektren, die jeweils einer bestimmten Dicke des bewegten Objekts (200; 400) zugeordnet sind; und

eine zweite Vergleichseinrichtung (208; 408b) zum Vergleichen des Frequenzspektrums der reflektierten Strahlung mit den gespeicherten vorher bestimmten Frequenzspektren und zum Bestimmen der Dicke des bewegten Objekts (200; 400) aufgrund der Vergleiche.

6. Vorrichtung zum Bestimmen der Dicke oder Blattzahl eines bewegten blattartigen Objekts (300; 400) gemäß einem der Ansprüche 3 bis 5, bei der die Auswertungseinrichtung (304; 404) ferner folgendes Merkmal aufweist:

eine dritte Speichereinrichtung (306; 406c) zum Speichern von einem oder mehreren vorher bestimmten Flächenwerten, die jeweils einer bestimmten Dicke des bewegten Objekts (300; 400) zugeordnet sind;

eine Flächenbestimmungseinrichtung (312; 412) zum Bestimmen der Fläche des Spektrums um die Frequenz herum, die der Dopplerverschiebung der Frequenz der Strahlung entspricht, die zu dem bewegten Objekt (300; 400) gesendet wird; und

eine dritte Vergleichseinrichtung (308; 408c) zum Vergleichen der bestimmten Fläche mit den gespeicherten vorher bestimmten Flächenwerten und zum Bestimmen der Dicke des bewegten Objekts (100) aufgrund der Vergleiche.

7. Vorrichtung zum Bestimmen der Dicke oder Blattzahl eines bewegten blattartigen Objekts (500) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, die ferner einen Reflektor (516) aufweist, der bezüglich der Sende- und Empfangsvorrichtung (502) hinter dem bewegten Objekt (500) angeordnet ist, und der die durch das bewegte Objekt (500) transmittierte Strahlung zu dem bewegten Objekt (500) und zu der Sende- und Empfangsvorrichtung (502) reflektiert.
8. Vorrichtung zum Bestimmen der Dicke oder Blattzahl eines bewegten blattartigen Objekts (100; 200; 300; 400) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die erste, zweite und/oder dritte Vergleichseinrichtung (108; 208; 308; 408a, b, c) eine Fuzzy-Logik aufweisen.
9. Vorrichtung zum Bestimmen der Dicke oder Blattzahl eines bewegten blattartigen Objekts (400) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die erste, zweite

und/oder dritte Vergleichseinrichtung (408a, b, c) mit einer vierten Vergleichseinrichtung (414) gekoppelt sind, um die Übereinstimmung der durch die Vergleichseinrichtungen (408a, b, c) bestimmten Dicken zu prüfen und um eine wahrscheinlichste Dicke des Objekts (400) zu bestimmen.

10. Vorrichtung zum Bestimmen der Dicke oder Blattzahl eines bewegten blattartigen Objekts (400) gemäß Anspruch 9, bei der die vierte Vergleichseinrichtung (414) eine Fuzzy-Logik ist.
11. Vorrichtung zum Bestimmen der Dicke oder Blattzahl eines bewegten blattartigen Objekts (100; 200; 300; 400; 500) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Strahlung eine elektromagnetische oder eine akustische Strahlung ist.
12. Vorrichtung zum Bestimmen der Dicke oder Blattzahl eines bewegten blattartigen Objekts (100; 200; 300; 400; 500) gemäß Anspruch 11, bei der die Strahlung eine Mikrowellenstrahlung ist.
13. Vorrichtung zum Bestimmen der Dicke oder Blattzahl eines bewegten blattartigen Objekts (100; 200; 300; 400; 500) gemäß Anspruch 11 oder 12, bei der die Sende- und Empfangsvorrichtung (102; 202; 302; 402; 502) eine Hohlleiterantenne (118; 218; 318; 418; 518) aufweist.
14. Vorrichtung zum Bestimmen der Dicke oder Blattzahl eines bewegten blattartigen Objekts (100; 200; 300; 400; 500) gemäß Anspruch 11, bei der die Strahlung eine Ultraschallstrahlung ist.
15. Vorrichtung zum Bestimmen der Dicke oder Blattzahl eines bewegten blattartigen Objekts (100; 200; 300; 400; 500) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der

das bewegte Objekt (100; 200; 300; 400; 500) ein bewegter Blattstapel ist und die Dicke des bewegten Blattstapels ein Maß für die Medienzahl ist.

16. Vorrichtung zum Bestimmen der Dicke oder Blattzahl eines bewegten blattartigen Objekts (100; 200; 300; 400; 500) gemäß Anspruch 15, bei der der bewegte Blattstapel ein Papierstapel ist.

**Vorrichtung zum Bestimmen der Dicke oder Blattzahl eines bewegten blattartigen Objekts**

Zusammenfassung

Eine Vorrichtung zum Bestimmen der Dicke oder Blattzahl eines bewegten blattartigen Objekts, die eine Sende- und Empfangsvorrichtung zum Senden einer Strahlung zu dem bewegten Objekt, zum Empfangen einer reflektierten Strahlung, die mindestens den von dem bewegten Objekt reflektierten Teil der zu dem Objekt gesendeten Strahlung aufweist, und zum Erzeugen eines die reflektierte Strahlung darstellenden Signals, und eine Auswertungseinrichtung zum Bestimmen der Dicke des bewegten Objekts aufgrund von vorher bestimmten Zusammenhängen zwischen Signalcharakteristika und der Dicke des bewegten Objekts aufweist.

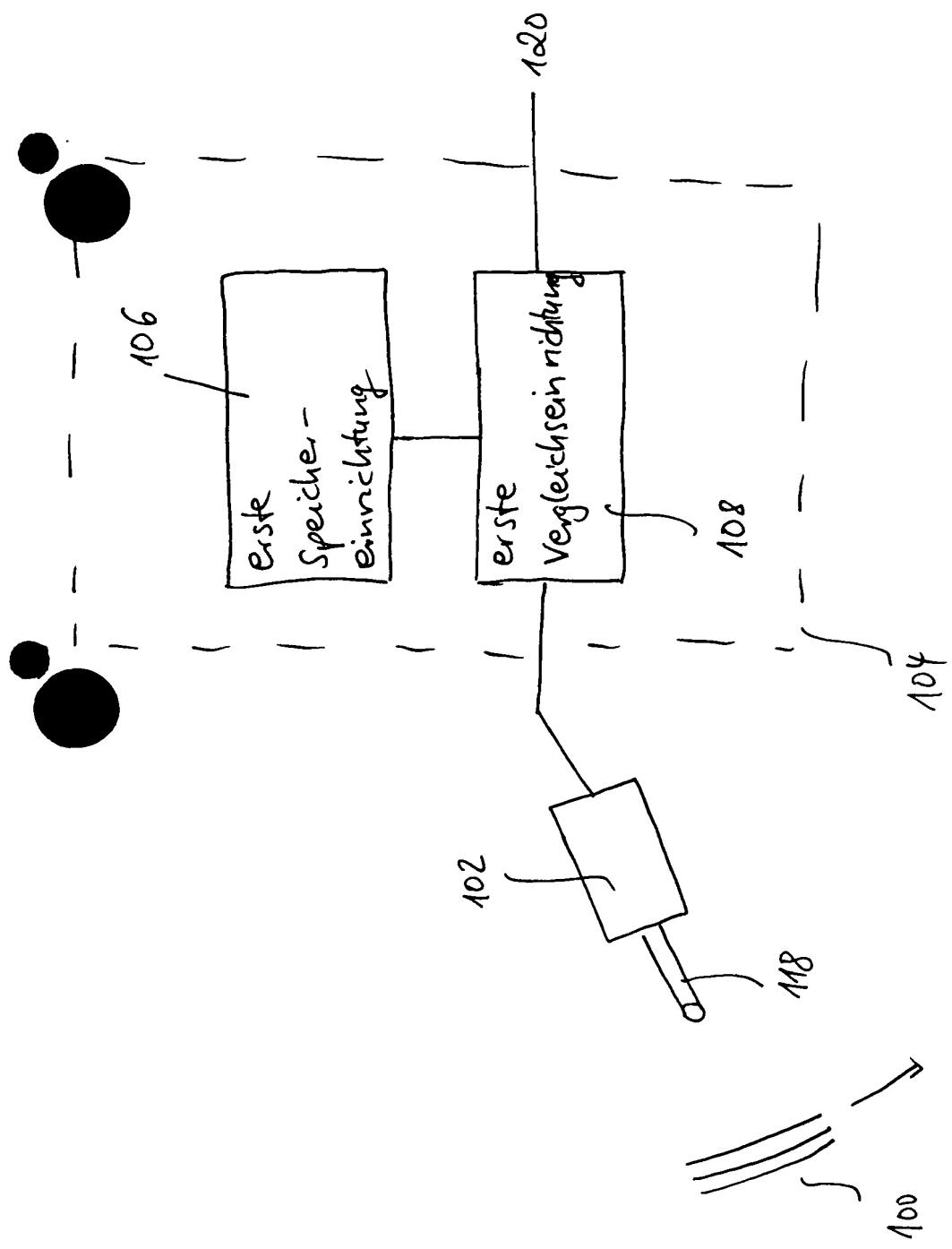


Fig. 1

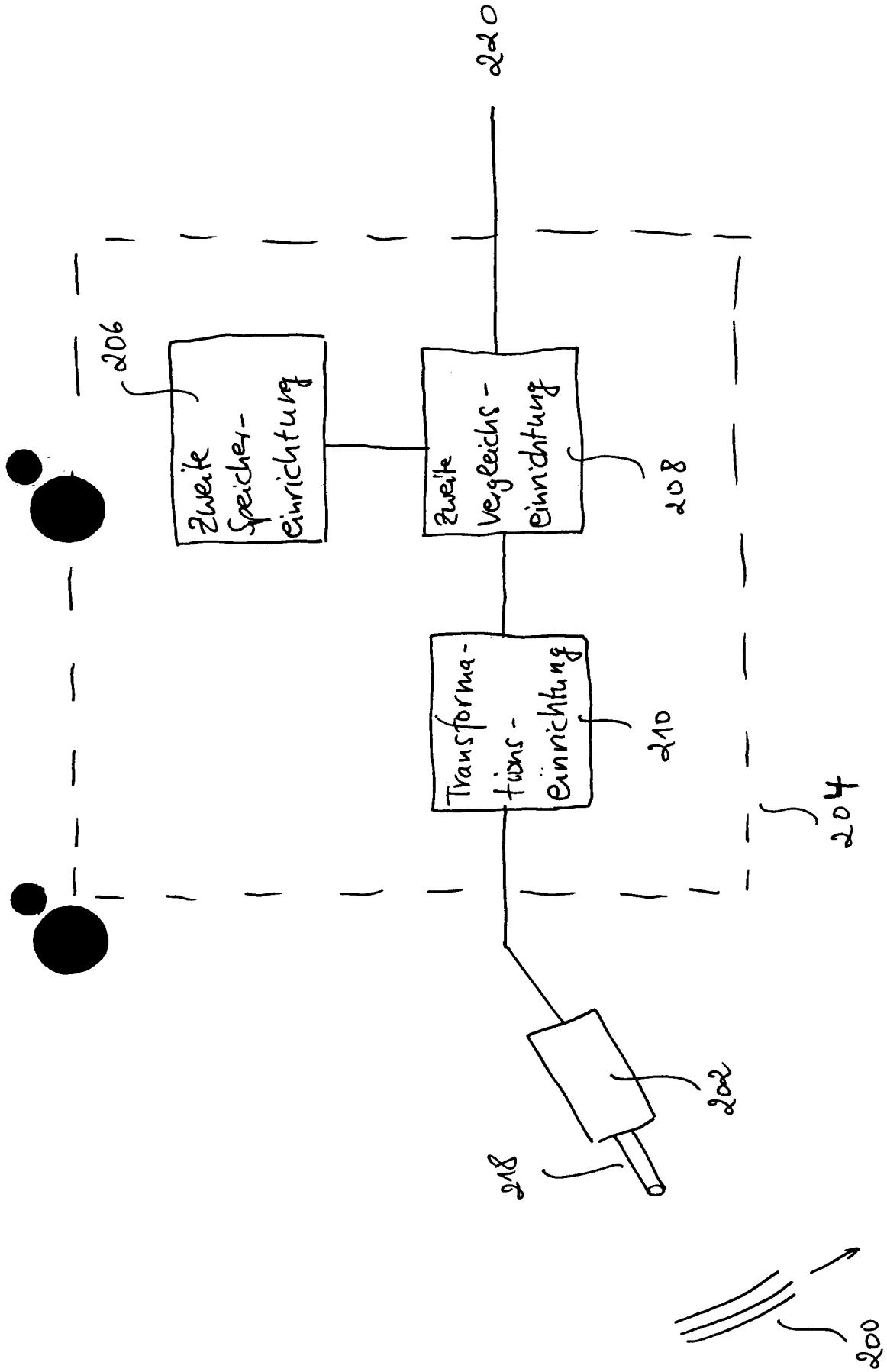


Fig. 2

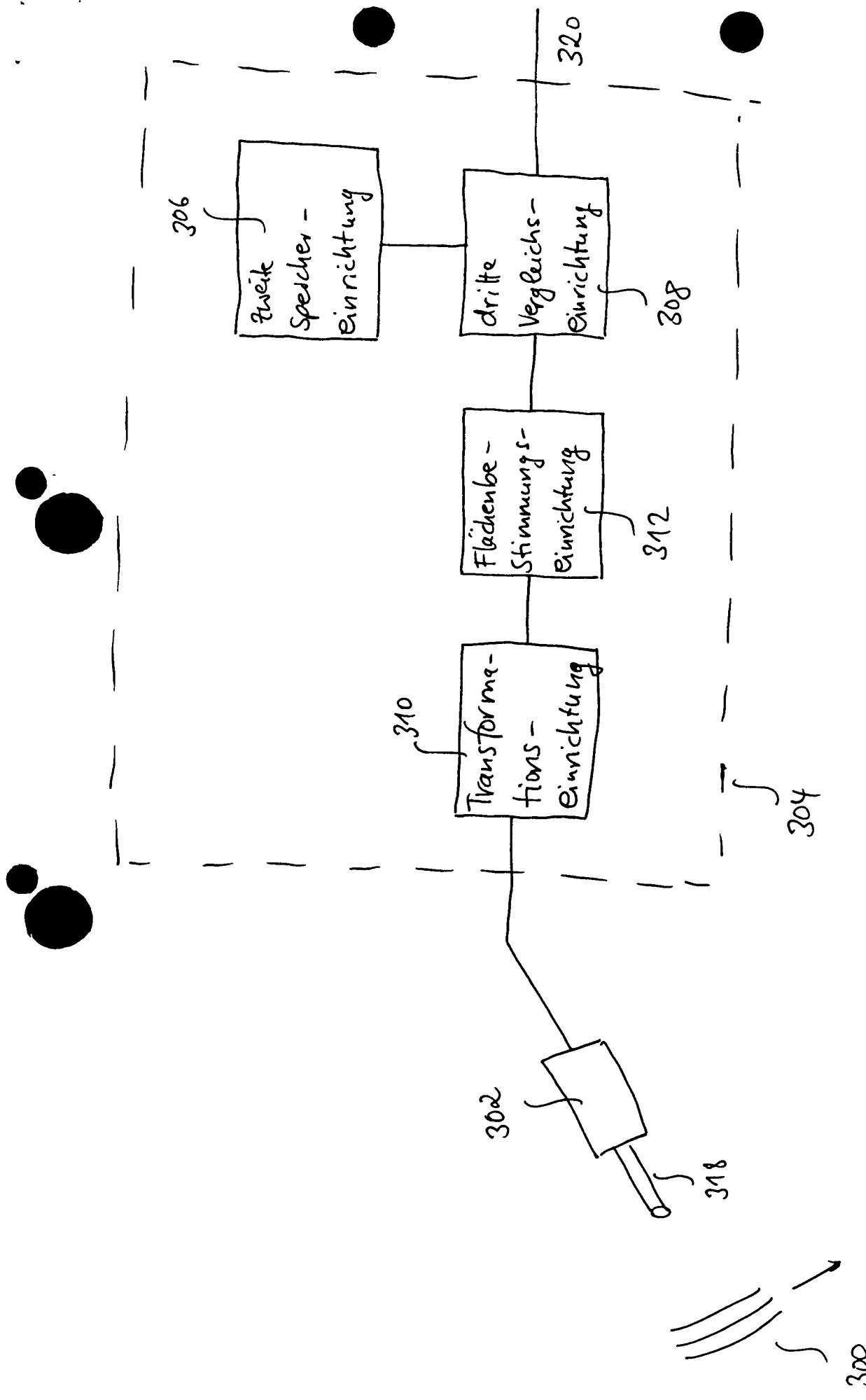


Fig. 3

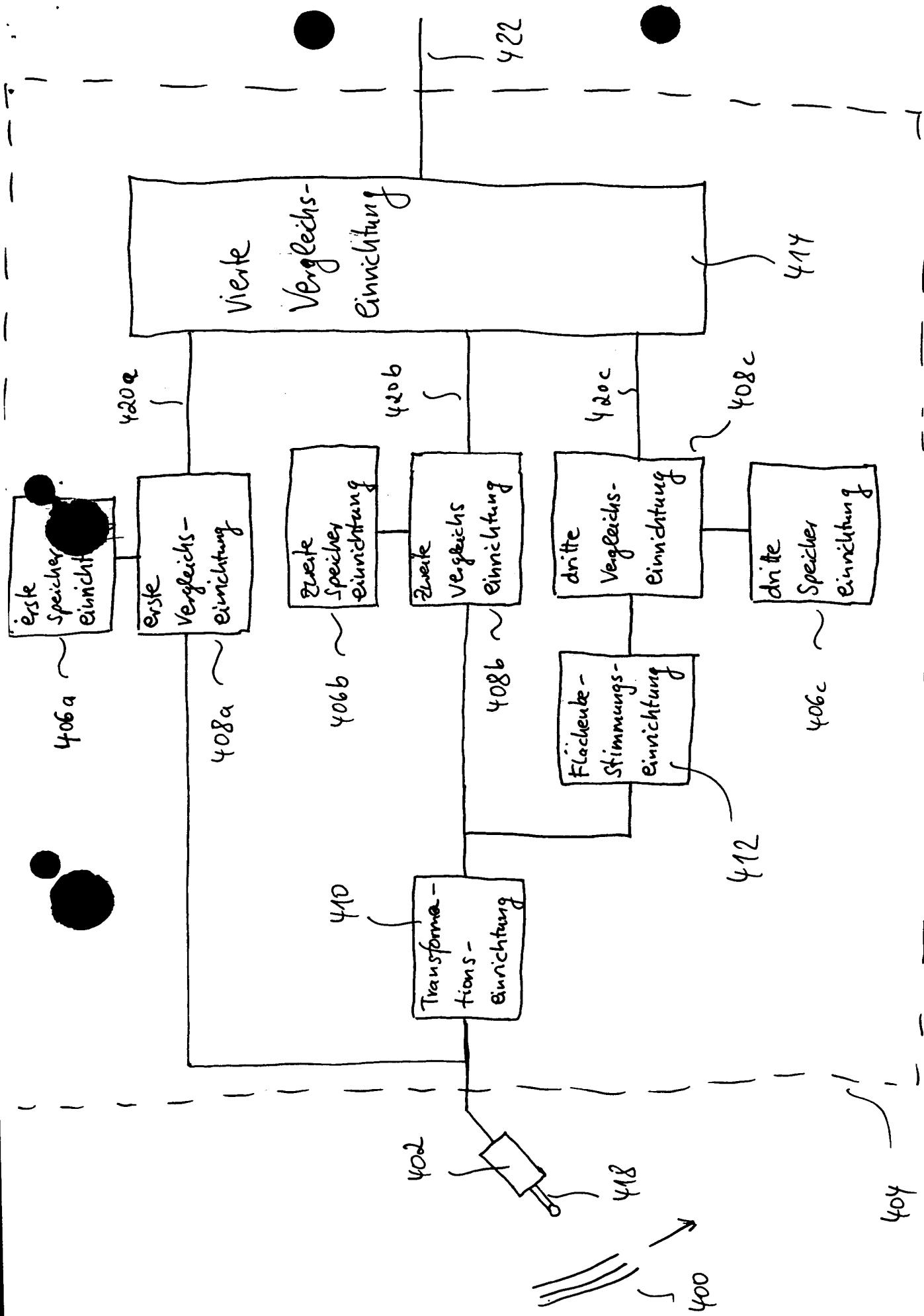


Fig. 4

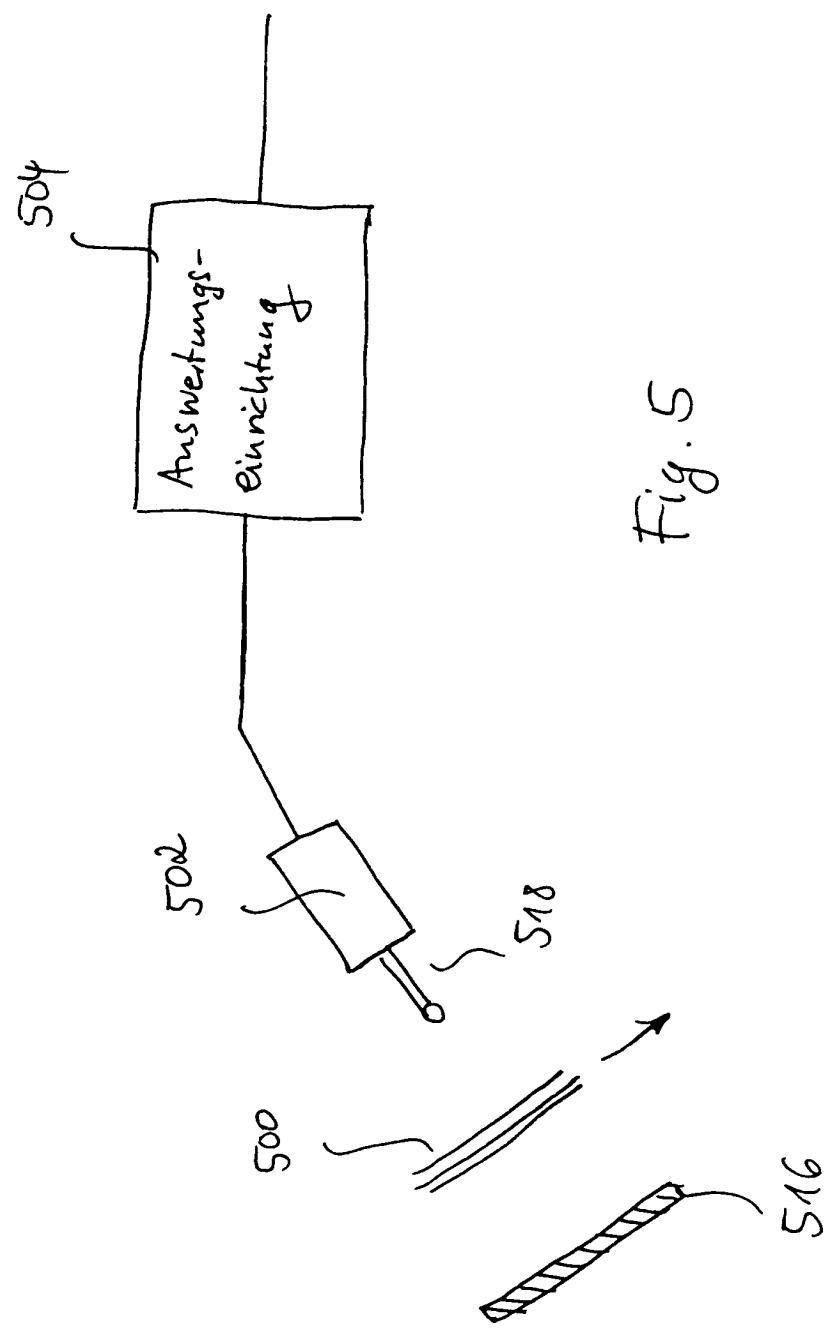


Fig. 5

